

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-051400

(43)Date of publication of application : 20.02.1996

(51)Int.Cl.

H04B 10/105

H04B 10/10

H04B 10/22

G02B 5/18

H04B 10/02

H04B 10/18

(21)Application number : 06-204429

(71)Applicant : NIPPON COLUMBIA CO LTD

(22)Date of filing : 05.08.1994

(72)Inventor : ICHIKAWA TAKEO

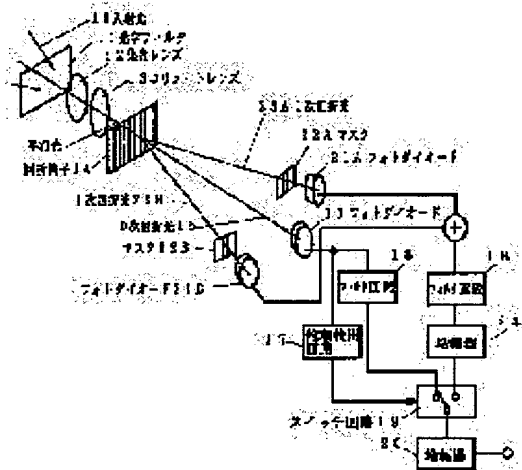
## (54) OPTICAL RECEIVER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To receive an optical-space-transmitted signal even under high illumination in level by driving a switch circuit by the output of a saturated detection circuit and switching it to the electric output of a second photodiode when the received light quantity of a first photodiode reaches a saturation region.

**CONSTITUTION:** After incident light 10 passes through an optical filter 11 to pass a transmitted wavelength band, it is converged into the form of a beam by a condenser lens 12, and is shaped into parallel light by a collimator lens 13, and is made incident to a diffraction grating 14. The parallel light is separated into 0-order diffracted light 15 to advance straight as passing through the diffraction grating 14 and n-order diffracted lights which have diffraction angles and are formed at both the sides of the 0-order diffracted light 15 as keeping n-order diffraction angles to be formed at both sides of the 0-order diffracted light 15. This 0-order diffracted light 15 is made incident to a photodiode 16, and

photoelectric conversion is executed, and it is turned into an electric signal. This signal is turned into the output of the saturation detection circuit 17 to detect the saturation of the diode 16, and controls the switch circuit 19. This circuit 19 sends the electric signal of the 0-order diffracted light to a filter circuit 18 to remove a direct current and a noise.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-51400

(43)公開日 平成8年(1996)2月20日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 B 10/105

10/10

10/22

H 0 4 B 9/ 00

R

M

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平6-204429

(22)出願日

平成6年(1994)8月5日

(71)出願人 000004167

日本コロムビア株式会社

東京都港区赤坂4丁目14番14号

(72)発明者 市川 武雄

神奈川県川崎市川崎区港町5番1号 日本  
コロムビア株式会社川崎工場内

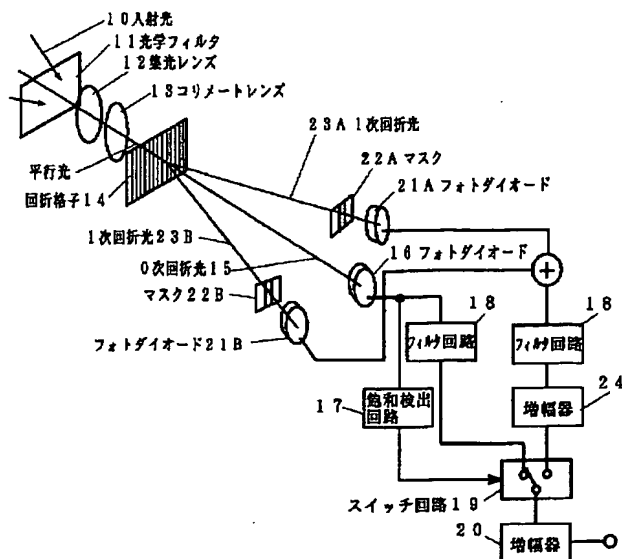
(74)代理人 弁理士 林 寛

(54)【発明の名称】 光受信機

(57)【要約】

【目的】 空間伝送された光信号を受信する光受信機の受信距離のダイナミックレンジの拡大と、放射照度レベルの高い照明下や太陽光下での受信を可能にする。

【構成】 平行光を入射する入射手段と、入射手段によって入射した平行光の光路に配置した回折格子と、回折格子を通過した0次回折光を受光する第1のフォトダイオードと、回折格子によって平行光の1次回折光を受光する第2のフォトダイオードと、第1のフォトダイオードの電気出力と第2のフォトダイオードの電気出力とを切り換えるスイッチ回路と、第1のフォトダイオードの光・電気変換特性の飽和点を検出する飽和検出回路とを具備し、第1のフォトダイオードの受光量が飽和領域に達したとき飽和検出回路を作動によってスイッチ回路を駆動して、第2のフォトダイオードの電気出力に切り換える。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 平行光を入射する入射手段と、該入射手段によって入射した前記平行光の光路に配置した回折格子と、該回折格子を通過した 0 次回折光を受光する第 1 のフォトダイオードと、前記回折格子によって前記平行光の 1 次回折光を受光する第 2 のフォトダイオードと、前記第 1 のフォトダイオードの電気出力と前記第 2 のフォトダイオードの電気出力とを切り換えるスイッチ回路と、前記第 1 のフォトダイオードの光・電気変換特性の飽和点を検出する飽和検出回路とを具備し、前記第 1 のフォトダイオードの受光量が飽和領域に達したとき前記飽和検出回路の出力によって前記スイッチ回路を駆動し、前記第 2 のフォトダイオードの電気出力に切り換えることを特徴とする光受信機。

**【請求項 2】** 回折格子と 1 次回折光を受光するフォトダイオードとの光路間にスリットを有するマスクを挿入し、該マスクは、選択すべき光信号の波長で予め定めた帯域幅における上限波長の 1 次回折角と下限波長の 1 次回折角との差によって得られる角度と前記回折格子から前記マスクまでの距離とから算出される長さのスリット幅を有することを特徴とする請求項 1 記載の光受信機。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** 本発明は、空間伝送によって光信号を受信する受信装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 図 3 のブロック図を用いて一般的な光空間伝送について説明する。図において、送信機 31 はオーディオ、映像等の各種信号源から出力された電気信号 32 をエンコード回路 33 に入力し、その出力を駆動回路 34 に加えて電力増幅し、赤外発光ダイオード 35 を駆動させて信号成分を含む光を空間伝送する。このようにして、空間伝送した信号成分を含む光は、受信機 36 のフォトダイオード 37 に到達する。

**【0003】** このフォトダイオード 37 にて受光した光は、電気信号に変換されて増幅器 38 に入力し、増幅後、デコード回路 39 を通して元の電気信号 32 に戻される。これら光による空間伝送は、電気信号による伝送に比べ、混信が少なく安価に実用に供することができるため、ワイヤレスリモートコントロールや AV 機器において広く利用されている。そして、送信側と受信側の距離は目的により異なるが、普通は数十 cm から数 m の範囲が伝送可能範囲となっている。

**【0004】** これらの受信機 36 に用いられるフォトダイオード 37 は、出力端の両端を短絡した状態で光を照射した場合は、光量に対し直線的に比例した光電流が流れ、両端を開放にしておけば開放電圧が生ずる。光通信やワイヤレスリモートコントロールでは、高速応答が要求されるため、フォトダイオードはシリコン PIN 型の構造のものが用いられ、立上がり特性を良くするため逆

バイアス電圧をかけている。

**【0005】** PIN シリコンフォトダイオードの受光量と出力電流及び逆バイアス電圧の関係図を図 4 に示す。尚、図 4 の横軸の放射照度の単位は、使用する光の波長が可視光ではないので、使用する単位は放射照度 (単位:  $W/m^2$ ) を用いている。照度との換算値を記すと、CIE 標準光源 A による全放射照度 (実測値) による 1 ルックスは、 $5 \times 10^{-6}$  ワット/平方センチである。

**【0006】** フォトダイオードの受光量と出力電流との関係は、種類・回路・逆バイアス電圧の設定によって変化するが、図 4 に示すように広範囲で直線性を有する。フォトダイオードの感応波長帯域は種類により特性は異なるが、おおよそ図 5 (イ) のフォトダイオードの分光感度特性で示すように広い帯域で感応し、長波長の帯域では、波長約 1100 nm 以上が無感帯となる。尚、図 5 は、フォトダイオードの分光感度、赤外発光ダイオードの放射強度、光学フィルタの透過率、一般電球の比エネルギー (蛍光灯のエネルギーはほぼ可視域のみ)、太陽光の分光放射強度を夫々のピークを 1 として、波長との対応を示したスペクトル分布特性図である。

**【0007】**

**【発明が解決しようとする課題】** フォトダイオードは、広い波長帯域に感応することができるので、送信機からの信号を光空間伝送して受信機に組み込まれたフォトダイオードが受光している時に種々の問題が発生する。その一つとして室内光や太陽光等の外来光が一緒に入射し信号にノイズとして重畳し不要の信号となる場合と、外来光や発光出力の大きい送信機等からの受光によって、受光量がフォトダイオードの飽和点を越える場合であり、後者の場合は信号成分を取り出すことができなくなってしまうため、問題が大きくなる。

**【0008】** これらの対策として、外来光ではフォトダイオードの受光面に発光ダイオードの発光波長帯域の短波長側の裾より短い波長の光を遮断する図 5 (ロ) 光学フィルタの透過率特性に示す光学フィルタが用いられ、実用で効果をあげている。しかし、図 5 (ハ) 太陽光の分光放射強度特性に示すように、太陽光や光学フィルタの透過域においてフォトダイオードの飽和点を越える強い光には、前記光学フィルタは効果がない。

**【0009】** その為、フードを用いて直接入射しないようにする工夫はあるが、受光面が前記外来光に向かざるを得ない使用状態になる場合には効果はない。また、バンドパス光学フィルタで必要帯域外の波長を遮断する方法もあるが、真空蒸着により作られるものは非常に高価となること、樹脂と染料によって作られるものは、目的とする波長帯域での透過率が低く、十分な性能が得られないなどの理由から難点がある。また、飽和点を越える送信機出力の大きい光に対しては、ND フィルタを用いる方法があるが、送信機から遠く距離の離れた場所での受信ができなくなってしまう問題点がある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】そのため本発明では、平行光を入射する入射手段と、入射手段によって入射した平行光の光路に配置した回折格子と、回折格子を通過した0次回折光を受光する第1のフォトダイオードと、回折格子によって平行光の1次回折光を受光する第2のフォトダイオードと、第1のフォトダイオードの電気出力と第2のフォトダイオードの電気出力とを切り換えるスイッチ回路と、第1のフォトダイオードの光・電気変換特性の飽和点を検出する飽和検出回路とを具備し、第1のフォトダイオードの受光量が飽和領域に達したとき飽和検出回路の出力によってスイッチ回路を駆動し、第2のフォトダイオードの電気出力に切り換えることを特徴としている。

【0011】さらには、回折格子と1次回折光を受光するフォトダイオードとの光路間にスリットを有するマスクを挿入し、マスクは、選択すべき光信号の波長で予め定めた帯域幅における上限波長の1次回折角と下限波長の1次回折角との差によって得られる角度と回折格子からマスクまでの距離とから算出される長さのスリット幅を有することを特徴としたものである。

## 【0012】

【作用】飽和点を越える強い放射照度を有する直射日光と光信号とが受信装置の受光部に入射した場合を説明する。例えば東京の3月、昼頃晴天時の850nmの波長の光は、放射照度で20mW/cm<sup>2</sup>程度となっており、最も放射照度の高い480nm付近の光の放射照度レベルの60%程度である。もし、0次回折光を受光素子が受光したとすると、波長の選択ができないため、全波長の放射エネルギーを受光することになり、飽和点に達して光信号を検出できなくなってしまう。

【0013】しかしながら、1次回折光は0次回折光に比べて1/100程度に減衰し、さらに、選択された波長成分しか通過しないので、1次回折光を受光した受光素子は飽和点に達せず光信号の検出は可能となる。なぜならば、光信号も1次回折光は1/100程度に減衰するが、直射日光の電気変換された信号は直流成分であり、光信号は交流の電気信号に変換されるため、電気的なフィルタにより信号成分だけを抽出することができる。

【0014】また、受光素子の電気変換の直線性は広範囲な為、受光素子が飽和領域に達しない範囲であれば、微少な光信号でも電気変換時の歪みを発生させず、増幅器で増幅すれば実用で問題はない。このようにして、0次回折光を受光している第1のフォトダイオードの動作領域が飽和点に達するような場合は、1次回折光を受光している第2のフォトダイオードの電気信号に切り換えることによって、光信号を途切れさすことなく電気信号に変換できる。

【0015】また、回折格子に垂直に入射する光は、回

折現象により直進する0次回折光の光路を対称軸として、両側に±n次の回折光が生ずる。1次回折光の回折角θは回折格子のピッチPと入射光の波長λによって決定され、関係式により、 $\theta = \sin^{-1} \lambda / P$ となる。例えばピッチ1.5μmの回折格子を用いると、波長800nmの1次回折光の回折角は $\theta = 32.2^\circ$ 、900nmの1次回折光の回折角は $\theta = 36.9^\circ$ となる。

【0016】そして、例えば、それぞれの波長で±30nmの帯域幅を選択するバンドパスフィルタを構成させるには、両方の波長における1次回折光の光路にマスクを配置し、このマスクに帯域幅に対応するスリットを設けて、必要な波長帯域のみ通過させればよい。このように、スリットを有するマスクを一つの光信号毎に配置することにより、複数の波長の光信号に対して、選択して目的の光信号を得る事ができるので複数の光信号が光受信機に入射した場合でも目的の光信号だけを選択し電気信号にすることができる。

## 【0017】

【実施例】図1の概略構成図によって本発明の一実施例を示す。尚、送信機は図3のブロック図に示す一般的構成のため説明を省略する。入射光10は、伝送波長帯域を通す光学フィルタ11を通過後、集光レンズ12によってビーム状に絞られ、コリメートレンズ13によって平行光に整形されて回折格子14に入射する。平行光は回折格子14を通過して直進する0次回折光15と、回折角を有して0次回折光15の両側に形成されるn次回折光に分離する。

【0018】0次回折光15は、フォトダイオード16に入射し、光電変換が行われて電気信号になる。この電気信号はフォトダイオード16の飽和を検出する飽和検出回路17と、スイッチ回路19に入力し、飽和検出回路17の出力によってスイッチ回路19を制御する。この飽和検出回路17は、フォトダイオード16が飽和点に達しなければ、スイッチ回路19は0次回折光の電気信号をフィルタ回路18に入力する。フィルタ回路18では、信号若くは信号の変調波を取り出すバンドパスフィルタを構成して直流成分や外来ノイズ成分を除外し、増幅器20で増幅後デコード回路に入力する。

【0019】フォトダイオード16に入射した0次回折光の受光量が大きくフォトダイオード16の出力が飽和領域に達してしまう場合には、飽和検出回路17が作動して1次回折光を受光しているフォトダイオード21A、21Bの出力している電気信号にスイッチ回路19によって切り換える。次に1次回折光による信号検出を図2(a)の概略構成図によって説明する。例えば、850nmを中心波長とし、±30nmの帯域幅を有する単波長の赤外発光ダイオードによる光信号は、光学フィルタ11、集光レンズ12、コリメートレンズ13を通過して平行光になり回折格子14によって直進する0次回折光15と、この0次回折光15を対称軸として、両側

に $n$ 次回折光が出現する。

【0020】このうち1次回折光は、回折格子14のピッチ $P$ を $1.5\mu\text{m}$ として入射光の波長 $\lambda$ を $850\text{nm}$ とすると $\theta = \sin^{-1} \lambda/P$ の関係式から、 $820\text{nm}$ の波長では $\theta_1 = 33.14^\circ$ 、 $880\text{nm}$ の波長では $\theta_2 = 35.92^\circ$ となって波長の差による回折角の差は $2.78^\circ$ となる。ここで回折格子14からマスク22A、22Bまでの距離を $15\text{mm}$ とすると、スリット幅は $0.73\text{mm}$ となる。

【0021】このスリット幅によって選択されたバンドパス光学フィルタとしての特性は、図2(b)に示すように遮断特性の優れたものとなる。このようにしてマスク22Aや22Bを通過した1次回折光23A、23Bは、フォトダイオード21A、21Bに入射し、電気信号に変換される。そしてフォトダイオード21A、21Bの電気出力は加算され、フィルタ回路18によって信号成分を抽出し、増幅器24で0次回折光の出力レベルと略等しい信号レベルまで増幅してスイッチ回路19に接続する。以上の構成を用いて大きな効果の得られるものとして、例えばステレオ装置に用いられるコードレスヘッドフォンがある。

【0022】このステレオ装置に用いられるコードレスヘッドフォンに本願発明の受信機を組み入れた場合で説明を詳述する。ステレオ装置で再生された音声信号は、 $2.7\text{MHz}$ の周波数でFM変調されて赤外発光ダイオードに印加され、発光して光信号となって空間伝送する。赤外発光ダイオードは $850\text{nm}$ の発光波長で半値幅 $30\text{nm}$ 、光出力 $15\text{mW}$ 程度の性能を有するもので、通常 $8\sim 10$ 個程度用いて受信可能範囲をカバーしている。

【0023】そして、空間伝送距離を図4の中で示すように $0.5\text{m}$ から $7\text{m}$ 程度に設定し、 $5\text{mW}/\text{cm}^2$ から $0.02\text{mW}/\text{cm}^2$ の放射照度を得ている。空間伝送された信号成分を含む光は、コードレスヘッドフォンに組み込まれた受信機の受光部に入射する。入射した光は、図1に示すように入射光10となって光学フィルタ11により伝送波長帯域より波長の短い帯域を遮断し、集光レンズ12、コリメートレンズ13を通過して平行ビームとなり回折格子14を経て0次回折光15を受光するフォトダイオード16に入射する。

【0024】フォトダイオード16は、通常光通信で高速応答のできるPINシリコンダイオードが用いられ、図4で示すように、入射光の光量によって出力電流が飽和しない直線性の良好な範囲で動作させる。しかしながら感度波長範囲が広いため、光学フィルタで十分遮断できないような強い光(例えば直射日光)や赤外域の出力の大きい光源等の外来光を受光した場合は、フォトダイオード16が飽和領域に入ってしまう、光信号成分を取り出すことができなくなる。

【0025】このフォトダイオード16が飽和領域に達

すると、飽和検出回路17が作動して1次回折光を受光しているフォトダイオード21A、21Bの出力信号を得るように、スイッチ回路19を切り換える。1次回折光の受光量は、0次回折光の受光量に対して $1/100$ 程度に減少するので、フォトダイオード21A、21Bで受光する受光量では飽和領域に達することはない。またフォトダイオード21A、21Bと回折格子14との光路間にマスク22A、22Bを配置して光学フィルタを形成し、選択された波長の光を受光するようになって

いる。

【0026】この光学フィルタは、マスク22A、22Bに設けたスリットの幅によって通過できる1次回折光の波長の帯域幅が決定される。このスリット幅は、図2(a)に示すように、送信機側の光の発光波長帯域の上限周波数が回折格子14によって回折する1次回折光の回折角と、下限周波数が回折格子14によって回折する回折角との角度差によって得られる角度と、回折格子14からマスク22A、22Bまでの距離とから算出される長さで決定される。

【0027】そのため、前述した外来光が入射しても、光信号の波長帯域外は取り除かれ、マスク22A、22Bを通過した光は、光信号と光信号と同じ波長を有する外来光とが重畳したものとなって、フォトダイオード21A、21Bに照射する。フォトダイオード21A、21Bで電気信号に変換された光信号と、光信号と同じ波長を有する外来光は、後段に設けたフィルタ回路18によって分離する。

【0028】光信号は、 $2.7\text{MHz}$ のFM変調による変調信号になっているので、フィルタ回路18はこの変調周波数を中心とする所定の帯域幅を有するバンドパスフィルタを構成することによって、例えば直流成分を主とする直射日光や、電源周波数によって変調された照明装置の光源等と簡単に分離することができる。フォトダイオード21A、21Bによって変換されたそれぞれの電気信号は、加算されてフィルタ回路18で $2.7\text{MHz}$ のFM変調信号を取り出し、増幅器24でフォトダイオード16で得られる電気信号の出力レベルまで増幅してスイッチ回路19に接続させる。

【0029】スイッチ回路19によって選択された電気信号は、図3の従来例と同様にデコード回路にて復調後、元の信号となってコードレスヘッドフォンを駆動する。このような構成のコードレスヘッドフォンであれば、例えば直射日光の下でもステレオ装置からの光信号を受信することが可能となり、実用範囲を大幅に広げることができる。また、送信機31の発光出力が大きく、送信機31の近接位置での聴受でフォトダイオード16が飽和レベルに達してしまう場合にも、受信可能となって受信可能範囲を拡大することができる。

【0030】尚、他に大きな効果が得られるものとして、ガレージ等で車両の出入りを検出する検出装置があ

10

20

30

40

50

る。車両からの送信信号を受光する受信機の受光部は、通常、屋外の壁や柱等に設置されているが、時間帯によっては直射日光を受けざるを得ない場所に設置されることもある。このような環境下においても本発明の光受信機では、正常に光信号を検出することができる。

【0031】また他の実施例として光路系を図6の概略構成図のようにしてもよい。図において、入射光10を平行光にしたあと、ハーフミラー等光路分割手段61により光路を2分割にし、一方の光路はフォトダイオード16で受光して電気信号に変換し、フィルタ回路18と飽和検出回路17に入力し、フィルタ回路18の出力はスイッチ回路19に接続する。そしてもう一方の光路は、回折格子14によって1次回折光を抽出し、スリット入りのマスク22A、22Bによって所定の波長帯域だけ通過させ、フォトダイオード21A、21Bに受光させて電気信号に変換する。

【0032】変換されたそれぞれの出力信号は加算されてフィルタ回路18、増幅回路24を経てスイッチ回路19に接続する。また、飽和検出回路17では、フォトダイオード16が飽和領域に達するとスイッチ回路19を切り換える駆動信号を出力して、フォトダイオード21A、21Bの出力信号に切り換える。以上の構成によって、前述の実施例と同様の機能を有することができる。

【0033】さらに他の実施例として、図7に示すように、図1における光学フィルタ11の配置を回折格子14に近接配置、若くは回折格子14にフィルタの機能を持たせて、部品点数の削減を行ってもよい。

【0034】

【発明の効果】以上本発明によれば、放射照度レベルの高い照明下や太陽光の下でも光空間伝送された信号を受信することができる。また、受信距離のダイナミックレンジを拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す概略構成図。

【図2】(a)は光学バンドパスフィルタを説明するため

の概略構成図。(b)は光学バンドパスフィルタの遮断特性を示す特性図。

【図3】光空間伝送における送・受信機のブロック図。

【図4】フォトダイオードの光・電気変換特性及び逆バイアス電圧の関係図。

【図5】フォトダイオード・赤外発光ダイオード・光学フィルタ・太陽光のスペクトル分布特性図。

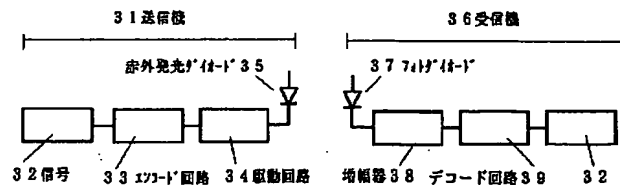
【図6】本発明の他の実施例を示す概略構成図。

【図7】本発明の他の実施例を示す概略構成図。

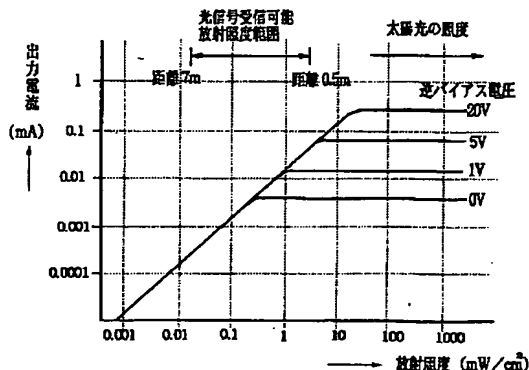
【符号の説明】

10	入射光
11	光学フィルタ
12	集光レンズ
13	コリメートレンズ
14	回折格子
15	0次回折光
16	フォトダイオード
17	飽和検出回路
18	フィルタ回路
19	スイッチ回路
20	増幅器
21A, 21B	フォトダイオード
22A, 22B	マスク
23A, 23B	1次回折光
24	増幅器
31	送信機
32	信号
33	エンコード回路
34	駆動回路
35	赤外発光ダイオード
36	受信機
37	フォトダイオード
38	増幅器
39	デコード回路
61	光路分割手段

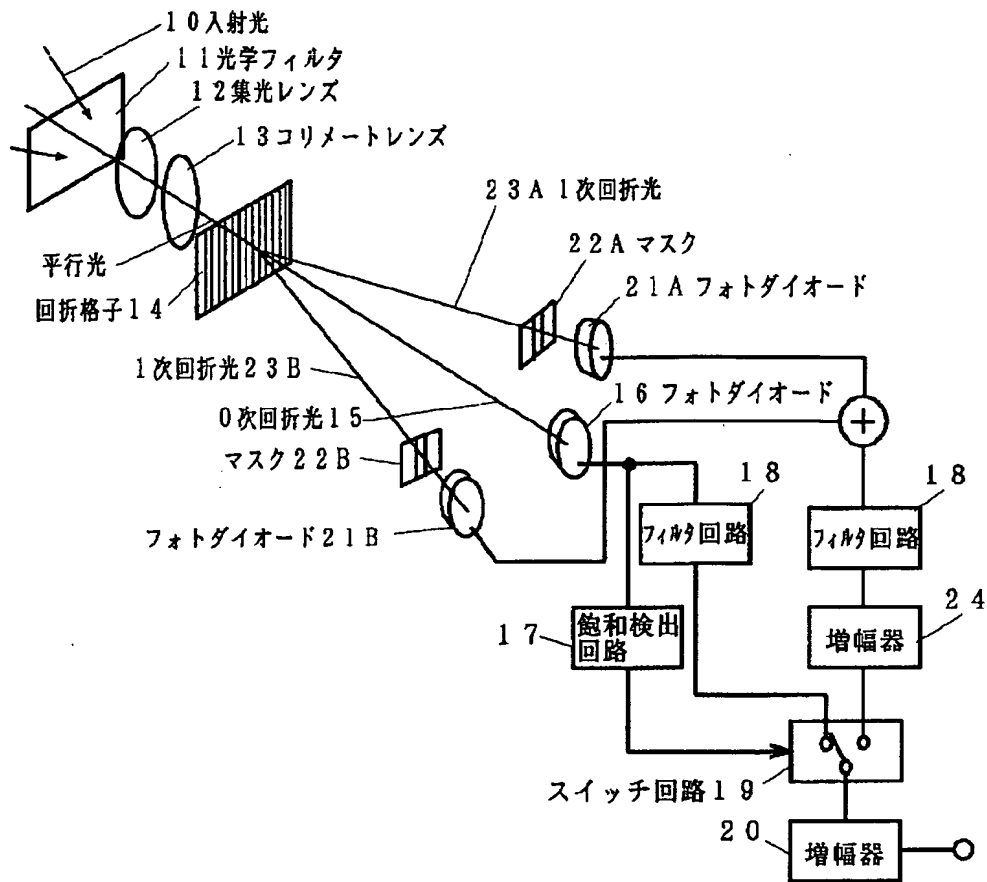
【図3】



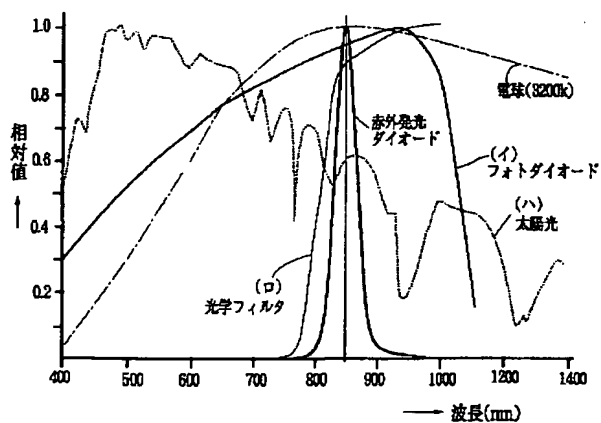
【図4】



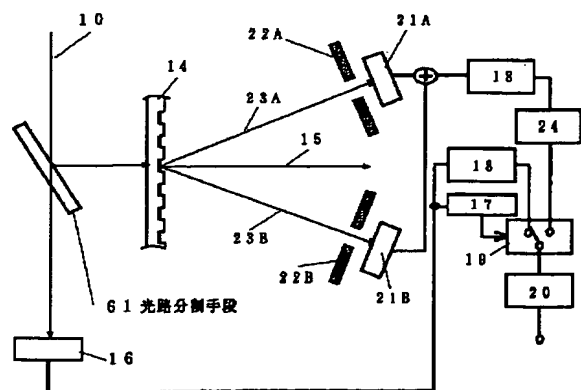
【図 1】



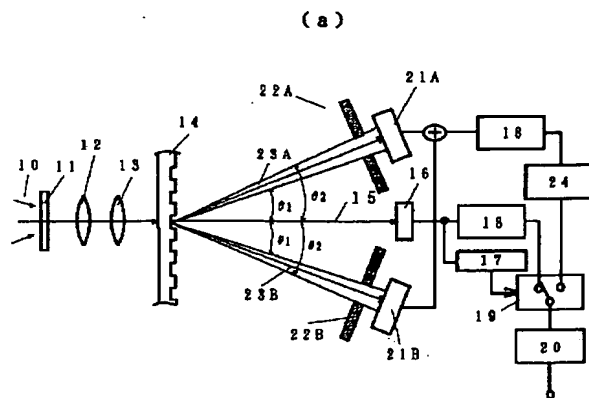
【図 5】



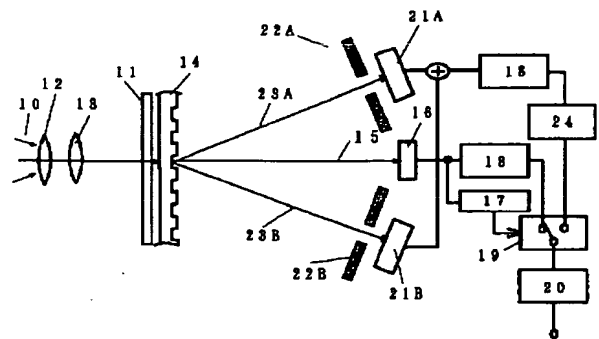
【図 6】



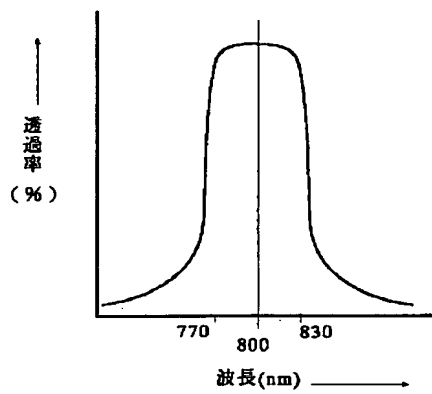
【図2】



【図7】



(b)



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 5/18

H 0 4 B 10/02

10/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.